

УДК 622.253.35(476)

## МЕТОД ЗАЩИТНОГО АРМИРОВАНИЯ ЛЬДОМ ФИЛЬТРОВ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Бабец М.А., Халявкин Ф.Г. (УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Беларусь)

*Рассматривается метод защиты фильтров гидрогеологических скважин от кольматации намораживанием льда. Приводятся результаты исследований скорости таяния льда в зависимости от условий установки фильтра в скважину. Указываются возможности применения метода в производственных условиях.*

### Введение

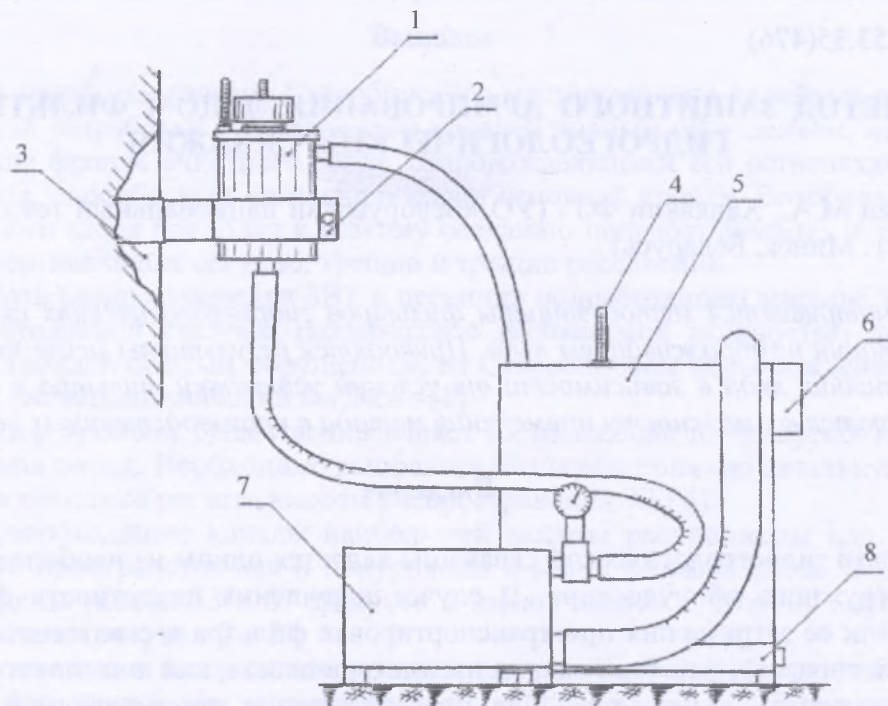
Фильтр гидрогеологической скважины является одним из наиболее важных элементов погружного оборудования. В случае нарушения целостности фильтрующей оболочки или ее загрязнения при транспортировке фильтра к скважине и установке в водоносный горизонт, качество оценки параметров пласта, как и эксплуатационные показатели скважины, ухудшается. Для предотвращения повреждений и загрязнений фильтры упаковывают при транспортировке, закрывают защитными кожухами или покрывают растворимыми пастами [1]. Эти мероприятия требуют существенных затрат труда и материалов.

### Результаты исследований

Разработанный метод защиты фильтров гидрогеологических скважин намораживанием льда предусматривает заполнение фильтрующего элемента водой с ее последующим замораживанием под действием естественных отрицательных температур воздуха в зимний период и с применением специальных средств (твердой углекислоты) в теплое время года. Полученное таким образом армирование позволяет предотвратить повреждение и загрязнение фильтра при транспортировке и установке в скважину. В теплое время года намораживание льда производится непосредственно перед спуском фильтра в скважину, в которой происходит постепенное таяние льда и восстановление проницаемости фильтра.

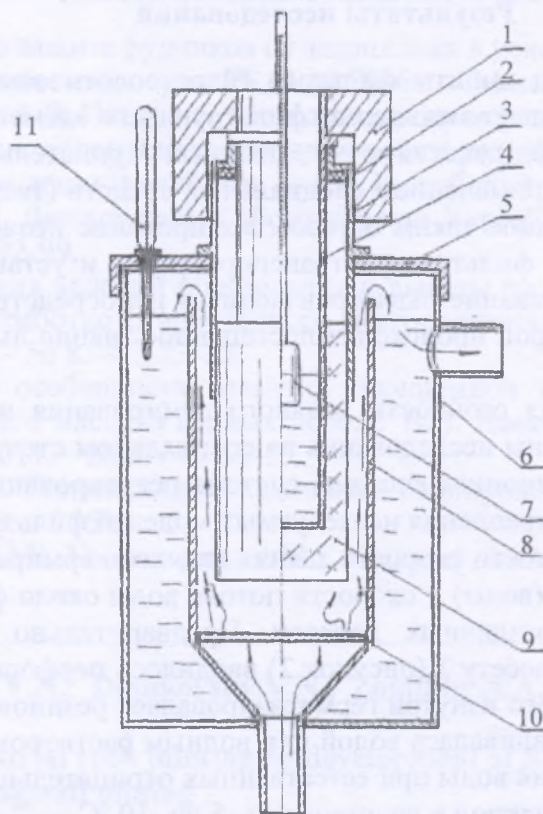
С целью определения стойкости ледяного армирования и уточнения области применения метода проведены исследования на специальном стенде (рисунок 1). В состав стенда вошла циркуляционная система, система регулирования температуры промывочной жидкости и узел крепления исследуемых моделей фильтров (рисунок 2).

Исследованы зависимости скорости таяния ледяного армирования от температуры промывочной жидкости (воды) и скорости потока воды около фильтра, содержания в ледяном армировании различных добавок. Предварительно готовились модели фильтров. С этой целью в кассету 3 (рисунок 2) вводилось перфорированное трубчатое основание 4, полость которого изнутри герметизировалась резиновым тампоном. Затем кассета переворачивалась, заливалась водой или водным раствором реагентов и охлаждалась до полного замерзания воды при естественных отрицательных температурах окружающей среды в зимний период в диапазоне от -5 до -10 °С.



1 – узел крепления моделей; 2 – хомут; 3 – стойка; 4 – термометр;  
5 – циркуляционная емкость; 6 – терморегулятор; 7 – насос; 8 – нагреватель

**Рисунок 1 – Стенд для исследования защитного армирования фильтров гидрогеологических скважин методом намораживания**



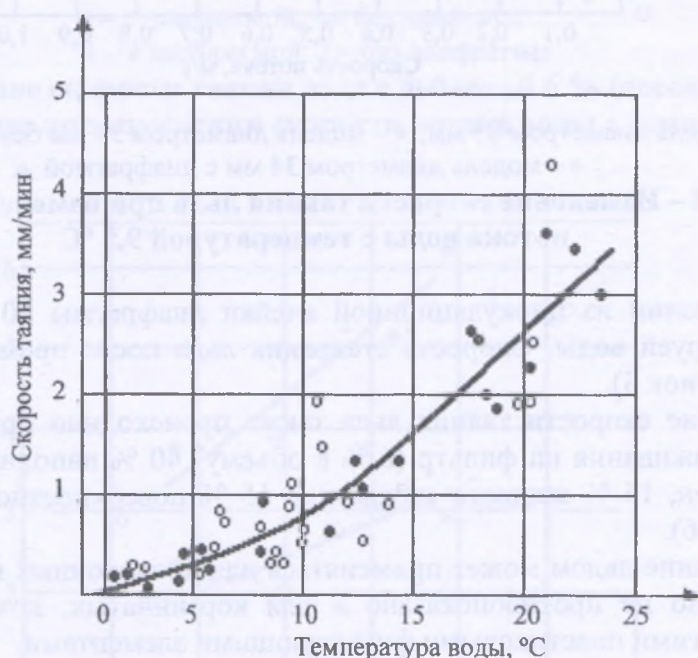
1 – груз; 2 – манжета; 3 – кассета; 4 – трубчатое основание; 5 – крышка; 6 – емкость;  
7 – поплавок; 8 – циркуляционная ячейка; 9 – лед; 10 – диафрагма; 11 – термометр

**Рисунок 2 – Узел крепления моделей для исследования защитного армирования фильтров гидрогеологических скважин методом намораживания**



По окончании армирования трубчатого основания 4 льдом 9, кассета 3 прогревалась электронагревателем для нарушения сцепления льда с внутренними поверхностями кассеты, модель фильтра выдвигалась из кассеты на необходимую длину и вторично охлаждалась до возникновения прочного сцепления ледяного армирования с кассетой и фиксации фильтра в заданном положении. Модель вставлялась в отверстие крышки 5 узла крепления и прижималась к ней грузом 1. В циркуляционную ячейку 8 снизу подавалась промывочная жидкость с заданными параметрами. Периодически модель извлекалась из циркуляционной ячейки для контроля линейных размеров ледяного армирования. Скорость потока промывочной жидкости определялась замером расхода воды и расчетным путем по мере таяния льда, а момент разгерметизации полости трубчатого основания – по моменту всплытия поплавка 7. Расход промывочной воды при этом поддерживался постоянным.

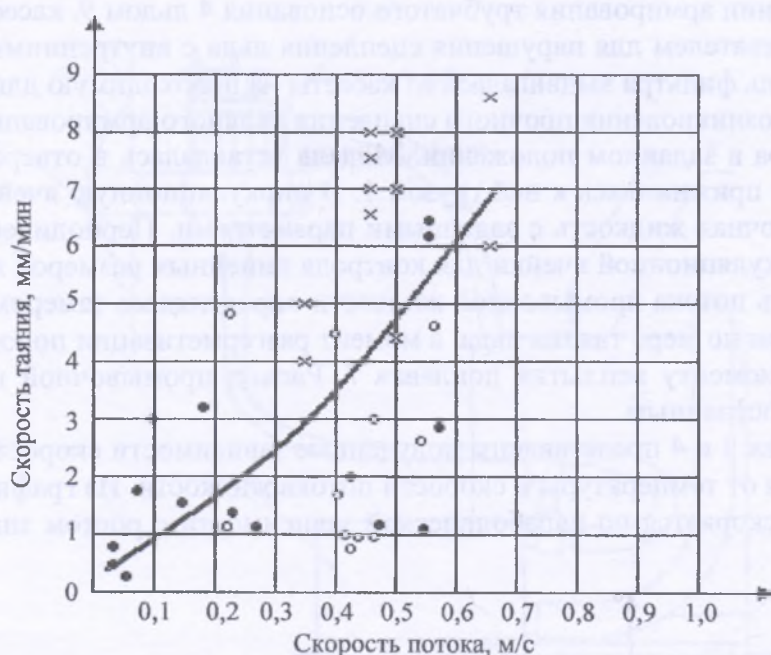
На рисунках 3 и 4 представлены полученные зависимости скорости таяния ледяного армирования от температуры и скорости потока жидкости. Из графиков видно, что стаивание льда ускоряется по параболической зависимости с ростом значений указанных параметров.



• – боковая поверхность образца; ○ – нижняя плоскость образца

**Рисунок 3 – Изменение скорости таяния льда при изменении температуры воды без принудительной циркуляции**

Введение в ледяное армирование эмульгирующей пасты на основе жировых отходов существенно уменьшает скорость стаивания армирования (кривая 1, рисунок 5). На меньшую величину снижается скорость стаивания при введении в армирование инертных наполнителей (кривая 1, рисунок 6). Механизм действия таких добавок связан, по-видимому, с уменьшением теплопроводности армирования, а также с образованием по мере таяния льда у поверхности армирования защитного слоя эмульгатора или наполнителя.



- — модель диаметром 85 мм; × — модель диаметром 34 мм без диафрагмы;
- — модель диаметром 34 мм с диафрагмой

**Рисунок 4 – Изменение скорости таяния льда при изменении скорости потока воды с температурой 9,5 °С**

При удалении из циркуляционной ячейки диафрагмы 10 (рисунок 2) модель промывалась струей воды. Скорость стаивания льда после промывания существенно возрастала (рисунок 5).

Увеличение скорости таяния льда также происходило при введении в него в процессе намораживания на фильтр (в % к объему) 40 % наполнителя в виде шелухи пшеничных зерен, 15 % жидкого стекла или 15 % поверхностно-активного вещества ОП-10 (рисунок 6).

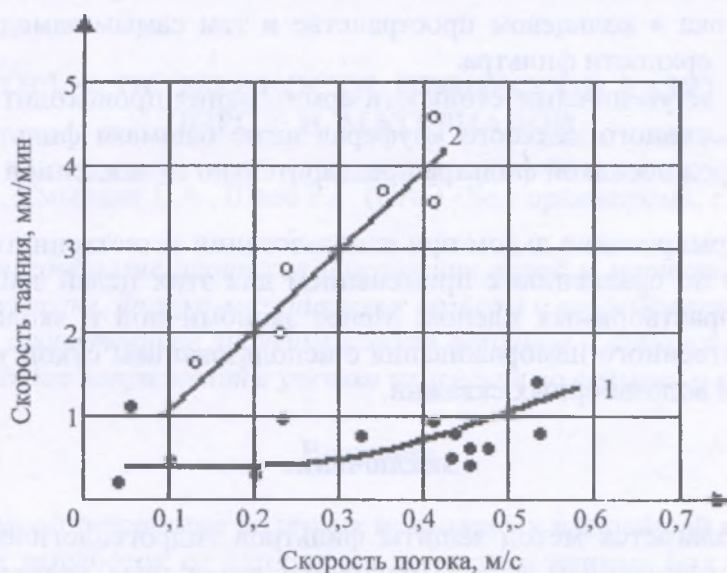
Армирование льдом может применяться для проволочных и сетчатых фильтров. Теоретически оно не противопоказано и для корзинчатых, кожуховых фильтров и фильтров с упругими пластиковыми фильтрующими элементами.

Для намораживания армировки на проволочные фильтры в производственных условиях могут использоваться простейшие приспособления типа желобов из жести или других материалов. На армирование одного фильтра требуется от 2 до 24 часов, что зависит от температуры охлаждающего воздуха. Чем ниже температура, тем меньше время намораживания.

Присоединительные резьбы фильтра освобождают ото льда скалыванием или оттаиванием с помощью паяльной лампы. Наружный диаметр армирования калибруется под диаметр скважины с учетом кольцевого зазора.

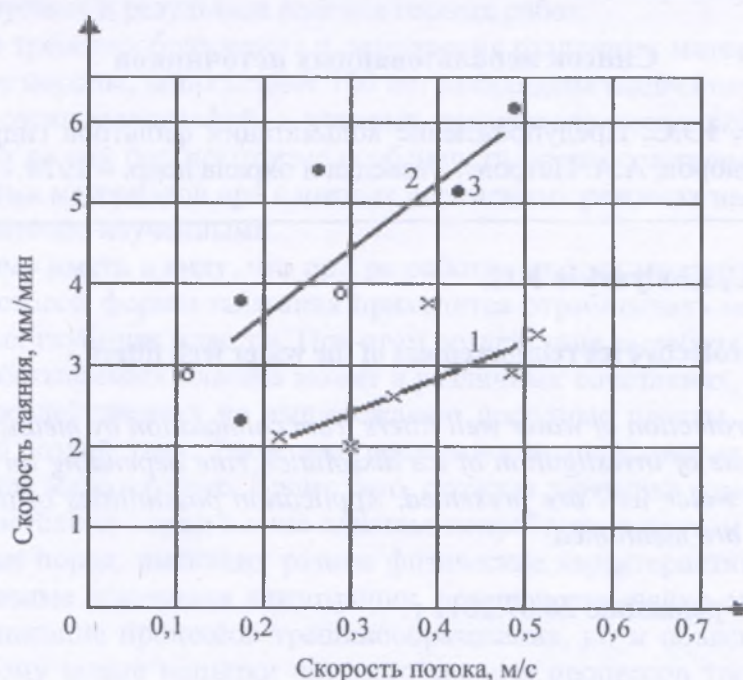
Эффективность действия ледяного армирования по предотвращению динамической кольматации фильтра определяется скоростью таяния льда в скважине. Для диаметров бурения 93, 112, 132 мм глубина спуска фильтра до момента начала восстановления проницаемости фильтрующего элемента составляет, в среднем, от 50 до 360 м при снижении температуры жидкости в скважине с 15 до 5 °С соответственно. Скорость армирования может возрастать при более низкой температуре льда, а также при температуре воздуха от -20 до -30 °С и ниже.





• – с диафрагмой; ○ – без диафрагмы;  
1 – с диафрагмой; 2 – без диафрагмы

**Рисунок 5 – Изменение скорости таяния льда с добавкой 6 % (весовых) натриевых солей жирных кислот при изменении скорости потока воды с температурой 8,5 °C**



× – шелуха пшеничного зерна; • – жидкое стекло; ○ – ПАВ ОП-10

**Рисунок 6 – Изменение скорости таяния льда с содержанием (по объему):  
1 – 40 % наполнителя (шелуха пшеничного зерна); 2 – 15 % жидкого стекла ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ );  
3 – 15 % ОП-10 при изменении скорости потока воды с температурой 8 °C**

Стойкость ледяного армирования можно увеличить введением добавок в виде эмульгаторов и наполнителей, а также установкой защитных резиновых манжет в нижней части фильтра. Манжеты препятствуют поступлению жидкости в кольцевой зазор между фильтром и стенками скважины при спуске фильтра на забой. При этом снижа-

ется скорость потока в кольцевом пространстве и тем самым замедляется стаивание льда с внешней поверхности фильтра.

Существенное увеличение стойкости армирования происходит при применении опережающего массивного ледяного «буфера» ниже башмака фильтра, а также промывка скважин перед посадкой фильтра предварительно охлажденной в поверхностных емкостях водой.

Защитное армирование льдом при использовании естественного намораживания более экономично по сравнению с применением для этих целей защитных упаковок, кожухов или водорастворимых пленок. Менее экономичной и экологичной является технология искусственного намораживания с использованием сухой углекислоты, особенно при бурении водозаборных скважин.

### Заключение

В статье излагается метод защиты фильтров гидрогеологических скважин от колюматации намораживанием льда. Приводятся результаты исследований скорости таяния льда в зависимости от условий установки фильтра в скважину и введение в ледяное армирование различных эмульгаторов и наполнителей. Указаны пути увеличения стойкости ледяного армирования и возможности применения метода при бурении скважин различного назначения.

### Список использованных источников

1. Федоров, Ю.С. Предупреждение колюматации фильтров гидрогеологических скважин / Ю.С. Федоров, А.А. Петров // Разведка и охрана недр. – 1974. – № 7. – С. 56-58.

**Babets M.A., Khalyavkin F.G.**

### Method of protective ice reinforcement of the water well filters

*Method of protection of water well filters from colmatation by means of ice freezing is examined. The results of investigation of ice dissolution rate depending on filter installation conditions into the water well are presented. Application possibilities of this method in the working conditions are mentioned.*

Поступила в редакцию 26.07.2011 г.